

Труды

КАЗАНСКОЙ СЕКЦИИ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХЪ

НАУКЪ

п 8
98

1883-85 т. 1-3

СОБРАНИЕ
ПРОТОКОЛОВЪ ЗАСѢДАНІЙ
СЕКЦІИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХЪ НАУКЪ
ОБЩЕСТВА ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ

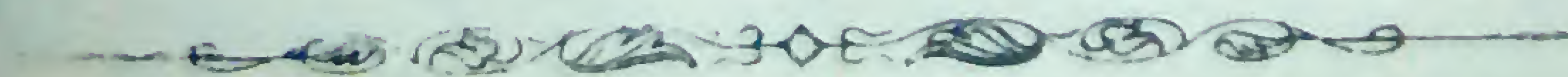
П Р И

ИМПЕРАТОРСКОМЪ КАЗАНСКОМЪ УНИВЕРСИТЕТѢ.

Томъ 1-й.

Засѣданія I—XXVIII.

Съ Апрѣля 1880 по Май 1883 года.



КАЗАНЬ.

Типографія Императорскаго Университета.

1883.

СОДЕРЖАНІЕ 1-го ТОМА.

Списокъ членовъ секціи въ іюнѣ 1883 г.

Засѣданіе 1-ое: открытіе секціи.

Засѣданіе 2-ое: а) сообщеніе *А. В. Васильева* о взглядахъ Вейерштрасса на основанія математ. анализа; б) сообщеніе *Θ. М. Суворова* объ общей формулѣ разстоянія двухъ элементовъ въ проэктивной системѣ одного измѣренія; с) пренія *А. П. Орлова* и *Θ. М. Суворова* по поводу „Началь Евклида“ Ващенко-Захарченко.

Засѣданіе 3-е: а) сообщеніе *М. А. Ковальскаго* объ опредѣленіи силы, производящей движеніе матеріальной точки; б) сообщеніе *А. К. Жбиковскаго* о способѣ разбивать объемъ пирамиды извѣстнымъ образомъ; с) сообщеніе *П. С. Портькаго* объ основаніяхъ математ. логики; д) заявленіе *А. В. Васильева* о новомъ сочиненіи *А. А. Маркова*.

Засѣданіе 4-е: сообщеніе *И. С. Громеки* о движеніи несжимаемой жидкости.

Засѣданіе 5-е: а) обсужденіе вопроса о повторительномъ курсѣ ариѳметики и назначеніе комиссіи для выработки программы этого курса; б) заявленіе *Я. Г. Шнейдера*.

Засѣданіе 6-е: а) сообщеніе *Д. Л. Адамантова* о способахъ пріобрѣтенія знаній; б) возбужденіе вопроса о пропедевтическомъ курсѣ геометріи.

Засѣданіе 7-е: а) программа повторит. курса ариѳметики; б) пренія о пропедевтикѣ геометріи.

Засѣданіе 8-е: а) сообщеніе *Е. П. Котельниковой* о пропедевтикѣ геометріи; б) программа курса рисованія въ смыслѣ подготовленія къ изученію геометріи.

Засідання 9-е: а) повідомлення *Д. Л. Адамантова* касательно історії геометрії; б) повідомлення *Р. А. Колли* о сущестіованіі повдеро - електрокинетической части енергії електромагнітного поля; с) повідомлення студ. *Пактовскаго* о вліянні намагнічиванія на електропровідність жидкостей.

Засідання 10-е: повідомлення *Е. Н. Шебуева* о принципѣ Гамильтона и уравненіяхъ динамики.

Засідання 11-е: а) отчетъ за 1-ый годъ; б) выборы адміністраціи секціи.

Засідання 12-е: повідомлення *В. П. Максимовича* объ интерполированіи неявныхъ функцій и вычисленіи корней (см. послѣ засѣд. 19-го).

Засідання 13-е: повідомлення *Θ. М. Суворова* о приложеніяхъ формулъ геометрії Лобачевскаго.

Засідання 14-е: а) замѣтки *М. М. Мальцева* о нѣкоторыхъ приѣмахъ преподаванія; б) повідомлення *А. П. Орлова* о трисекціи угловъ.

Засідання 15-е: повідомлення *Θ. М. Цомакіона* о новомъ способѣ проектированія свѣтовыхъ явленій.

Засідання 16-е: а) повідомлення *А. К. Жбиковскаго* о геометрич. построеніяхъ, относящихся къ пирамидѣ Хеопса; б) заявленіе *А. В. Васильева* о семи новыхъ книгахъ.

Засідання 17-е и 18-е: повідомленія *П. С. Портыкаго* о рѣшеніи логическихъ равенствъ и объ обратномъ способѣ логики.

Засідання 19-е: а) чтеніе отчета; б) выборы адміністраціи; с) повідомлення *А. В. Васильева* о кватерніонахъ.

Засідання 20-е: повідомленія *А. В. Васильева* о своей заграничной поѣздкѣ и по поводу смерти Ліувилля.

Засідання 21-е: а) повідомленія *Р. А. Колли* о своей заграничной поѣздкѣ и о гальваническомъ сопротивленіи селена; б) назначеніе комисіи для просмотра перевода сочин. Петерсена.

Засідання 22-е: а) повідомлення *А. П. Орлова* о брошюрі Арнольда; б) повідомлення *В. П. Максимовича* об інтегруванні за допомогою похідних від'ємного порядку; в) рішення об виданні бібліограф. листка.

Засідання 23-е: а) и б) повідомлення *И. А. Бодуэн-де-Куртенэ* и *В. А. Богородицького* по приводу говорильной машини Фабера; в) 1-й № бібліограф. листка.

Засідання 24-е: а) повідомлення *В. П. Максимовича* о доказательстві існування корня всякого алгебр. рівняння; б) повідомлення *А. П. Орлова* о значенні геометр. черчення; в) рішення об виданні перекладу речі Бертрана „Габріель Ламе“.

Засідання 25-е: а) повідомлення студ. *Кларка* о теоремах Лагерра и Мясофдова; б) демонстрування колекції математ. моделей.

Засідання 26-е: а) повідомлення *Θ. М. Цомакіона* о стисненні газів; б) повідомлення *Р. А. Колли* о сочин. ф. д. Вальса; в) 2-й № бібліогр. листка

Засідання 27-е: а) читання звіту; б) вибори адміністрації; в) поточні діла; г) повідомлення *В. В. Преображенського* об загальній формулі похідної n -го порядку неявної функції; е) повідомлення *И. А. Износкова* об *А. Θ. Попові*; ф) повний список сочинень *А. Θ. Попова*.

Засідання 28-е: а) повідомлення *И. С. Громеки* о руслені рідин в упругих трубках; б) повідомлення *В. Г. Имшенецкого* об *А. Θ. Попові*; в) 3-й № Бібліогр. Листка.

Звіти за 1-й, 2-й и 3-й роки.

ПРОТОКОЛЪ

ДВАДЦАТЬ ТРЕТЬЯГО ЗАСѢДАНІЯ

СЕКЦІИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХЪ НАУКЪ

ОБЩЕСТВА ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИ ИМПЕРАТОРСКОМЪ
КАЗАНСКОМЪ УНИВЕРСИТЕТѢ.

20 января 1883 года.

По желанію нѣкоторыхъ изъ гг. членовъ секціи, засѣданіе это было спеціально предназначено для демонстрированія *говорящей машины г. Фабера*, демонстрированія, соединеннаго съ историческими и научными объясненіями, которыя благосклонно приняли на себя профессоръ *И. А. Бодуэнъ-де-Куртенэ* и приватъ-доцентъ *В. А. Богородицкій*.

По предварительному соглашенію съ г. Фаберомъ и его супругой, управляющей машиной, секція обязалась уплатить г. Фаберу за это засѣданіе 25 рублей. Означенную сумму предположено было собрать съ лицъ, присутствовавшихъ въ засѣданіи, и съ этою цѣлью съ каждаго, входящаго въ залъ засѣданія, было взымаемо по 25 коп. Однако, такимъ путемъ было собрано только 21 рубль. Недостающіе 4 рубля отнесены на счетъ секціи.

Сообщенія И. А. Бодуэнъ-де-Куртенэ и В. А. Богородицкаго печатаются въ видѣ особыхъ приложеній къ настоящему протоколу. Къ этому-же протоколу прилагается № 1-й „Библиографическаго листка“.

Вице-предсѣдатель секціи *Θ. Суворовъ.*

Секретарь секціи *П. Портикій.*

Печатано по опредѣленію Общества Естествоиспытателей при Императорскомъ Казанскомъ Университетѣ.

Президентъ *А Штукенбергъ.*

КРАТКІЯ ИСТОРИЧЕСКІЯ СВѢДѢНІЯ,
КАСАЮЩІЯСЯ
ГОВОРЯЩЕЙ МАШИНЫ ФАБЕРА.

(Сообщеніе, сдѣланное 20 января 1883 г. въ засѣданіи физико-математической секціи Общества Естествоиспытателей при Императорскомъ Казанскомъ Университетѣ профессоромъ И. А. Бодуэн-де-Куртенэ).

Трудно сказать, когда впервые возникла мысль подражать человѣческому голосу съ помощью механическихъ приспособленій. Осуществлена же была эта мысль въ первый разъ во второй половинѣ XVIII-го столѣтія.

Вѣнскій ученый Кемпелен (Wolfgang von Kempelen, умер. 1804), начавшій свои изслѣдованія звуковъ языка въ 1769 г., изобрѣлъ 1778 г. снарядъ, съ помощью котораго могъ воспроизводить гласные *a*, *o*, *u* (*y*), невнятное *e* (*э*), изъ согласныхъ же — *p* (*n*), *m* (*m*), *l* (*л*), *s* (*c*), *š* (*ш*), *r* (*p*)... Согласныхъ *f* (*ф*), *b* (*б*), *k*, *t* (*т*) онъ не могъ воспроизвести съ помощью своего снаряда. Снарядъ этотъ, описанный самимъ Кемпеленомъ въ его сочиненіи ¹⁾ „Der Mechanismus der menschlichen Sprache nebst Beschreibung einer sprechenden Maschine von

¹⁾ Книга эта чрезвычайно рѣдка. Коротенькое описаніе и графическое изображеніе названнаго снаряда Кемпелена можно найти, между прочимъ, въ книгѣ „Sprache und Ohr. Akustisch-physiol. u. patholog. Studien von Dr. Oscar Wolf. Braunschweig 1871“, стр. 64—67.

Wolfgang v. Kempelen (Wien 1791), был несравненно проще говорящей машины Фабера.

Великую заслугу Кемпелена составляет то, что он первый доказал возможность устройства говорящих машин.

Одновременно с Кемпеленом, но совершенно независимо от него, проф. Краценштейну (Kratzenstein) в Копенгаген¹⁾ удалось воспроизвести механическими средствами так называемые 5 „основных гласных“: *a, e, i, o, u*. Сваряд Краценштейна состоял из колеблющегося металлического язычка и из различных надставных труб.

Затѣм, в 1828 г. у часовых дѣл мастера *Lieder'a* в Берлинѣ можно было видѣть говорящую машину, приготовленную, по образцу машины Кемпелена, моделировщиком (Modelleur) Posch'ем. По предложенію Дю Буа Реймонда старшаго, А. Гумбольдт рекомендовал прусскому королю приобрести эту машину для Королевской Кунсткамеры в Берлинѣ.

Англійскій ученый Charles Wheatstone построил 1837 г. говорящую машину, воспроизводившую значительную часть звуков человѣческой рѣчи, из которых можно было составлять такія, напримѣр, звуковыя сочетанія, как французское предложеніе „Je vous aime de tout mon coeur“, или же „латинскія“ слова „Leopoldus secundus Romanorum imperator“. Машина эта могла будто бы отлично произносить слова „латинскія“, италіянскія и французскія, но нѣмецкія слова ей как то не удавались.

¹⁾ Tentamen resolvendi problema ab academia scientiarum Petropolitana ad annum 1780 publice propositum: 1. Qualis sit natura et character sonorum litterarum vocalium *a, e, i, o, u* tam insigniter inter se diversorum. 2. Annon construi queant instrumenta ordini tuborum organicorum, sub termino vocis humanae noto similia, quae litterarum vocalium *a, e, i, o, u* sonos exprimant. Petropoli, 1784.

Теперь перехожу к говорящей машинѣ Фабера, являющейся лучшею в своем родѣ.

Ея изобрѣтатель, Іосиф Фабер (Joseph Faber) родился в Ригель (Rigel или Riegel?) близъ Фрейбурга (Freiburg) в Брейсгау (Breisgau), но жил главным образом в Вѣнѣ, сначала как студент, а затѣм как профессор и, наконец, как счетчик (Calculator) при триангуляціонном бюро (Triangulationsbureau). Кажется, еще будучи студентом, Іосиф Фабер прочитал книгу Кемпелена и, стремясь к дальнѣйшему развитію его идей, задумал план своей машины. Показывать же ее публично он стал только в тридцатых годах; в Германіи 1839 г. или же еще раньше. В бытность Фабера в Берлинѣ 1842 г. Дю Буа Реймон (Du Bois Reymond) старшій, отец современнаго нам берлинскаго фізіолога, торговал эту машину для Королевскаго Музея; но Фабер заявил, что даже за 20,000 гульденов он не может отдать плод усиленных занятій и опытов в теченіе 16 - ти лѣтъ своей жизни. Точно также он отказался приготовить для Берлина другой экземпляр своей машины по уже имѣвшемуся образцу. Затѣм эту машину торговали в Венгріи, в Англіи и т. д., но ни сам Фабер, ни послѣ его наслѣдники не соглашались на предлагаемыя им цѣны. Между прочим, какой то богатый англичанин, увлекшись говорящею машиной и желая ее усовершенствовать, предлагал наслѣдникам Фабера 5000 фунтов стерлингов. Так по крайней мѣрѣ утверждают сами наслѣдники.

Послѣ смерти изобрѣтателя, говорящая машина Фабера досталась его племяннику, тоже Іосифу Фаберу, родившемуся в Вѣнѣ 1839 г. Жена молодого г. Фабера, чешка по происхожденію, а сѣверо-американка по воспитанію, является главным лицом на представленіях с говорящею машиной, приводя ее в дѣйствіе с помощью рук и ног. В насто-

ящее время супруги Фабер живут уже нѣсколько мѣсяцев в Казани.

Вмѣстѣ с своими владѣльцами, говорящая машина Фабера нѣсколько раз совершала путешествіе из Европы в Америку и обратно, была почти во всѣх странах цивилизованнаго міра, в Средиземном морѣ испытала кораблекрушеніе, но была спасена. В Россію супруги Фабер явились теперь во второй раз.

Теперешній владѣлец говорящей машины, механик по призванію, сдѣлал в ней нѣкоторыя усовершенствованія, но сдѣлал их путем чисто эмпирическим, не вникая в теоретическую сторону относящихся сюда вопросов. Впрочем, как человек не ученый и принужденный эксплуатировать машину для пріобрѣтенія средств к своему существованію, он, конечно, не в состояніи сосредоточиться и найти досуг, необходимый для всесторонняго усовершенствованія этого, если не гевіальнаго, то по крайней мѣрѣ в высшей степени остроумнаго изобрѣтенія его покойнаго дяди.

Уже послѣ появленія машины Фабера, носились, как говорит Дю Буа Реймон, в 1853 г. слухи о говорящей машинѣ механика Вармгольца (Warmholz), умершаго в Эйслебен (Eisleben), родном городѣ Лютера. Но я напрасно искалъ свѣдѣній об устройствѣ и судьбах этой машины.

Болѣе или менѣе точныя и подробныя данныя о машинѣ Фабера и других говорящих машинах можно найти, между прочим, в слѣдующих сочиненіях:

1) Ernst *Brücke*: Grundzüge der Physiologie und Systematik der Sprachlaute für Linguisten und Taubstummlehrer. Wien 1856.—Zweite Auflage: Wien. 1876.

2) Antonio *De la Calle*: La Glossologie. Essai sur la science expérimentale du langage. Paris. 1881.—He совсѣм

вѣрныя сообщенія. Так напр. теперешній владѣлец машины считается здѣсь ея изобрѣтателем.

3) F. H. *du Bois - Reymond*: *Kadmus oder Allgemeine Alphabetik*. Berlin. 1862.

4) *Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie*, 1843, Bd. 58, pg. 175.

5) Dr. F. *Techmer*: *Phonetik. Zur vergleichenden Physiologie der Stimme und Sprache*. Leipzig. 1880.

6) Prof. G. *Valentin*: *Lehrbuch der Physiologie des Menschen für Aerzte und Studirende*. 2. Aufl. 1847—50. II. Bd. I. Abthl. pg. 419.

7) Dr. Oskar *Wolf*: *Sprache und Ohr. Akustisch-physiologische und pathologische Studien*. Braunschweig. 1871.

8) Проф. *Θ. Ландцертъ*: Объ органахъ голоса и рѣчи публичная лекція читанная 22-го февраля 1879 г. и т. д. С.-Петербургъ. 1879.—Машина Фабера описана здѣсь приблизительно и далеко не точно.

9) *Дю Монсель*: *Телефонъ, микрофонъ и фонографъ*. Перевели со 2 - го французскаго изданія Ф. Павленковъ и В. Черкасовъ. С.-Петербургъ. 1880.

И. Водуэн-де-Куртенэ.

НѢСКОЛЬКО СЛОВЪ ПО ПОВОДУ ГОВОРЯЩЕЙ МАШИНЫ ФАБЕРА.

(Сообщеніе, сдѣланное 20 января 1883 г. въ засѣданіи физико-математической секціи Общества Естествоиспытателей при Императорскомъ Казанскомъ университетѣ приватъ-доцентомъ В. А. Богородицкимъ).

Предварительно сдѣлаю краткій обзоръ *акустической стороны произношенія*.

Когда мы говоримъ, то происходитъ колебаніе воздуха. Колебаніе, сообщившись слуховому нерву, дойдя до мозга, становится звукомъ. Какимъ образомъ движеніе нервной матеріи можетъ возбудить *ощущеніе* звука, —это тайна, которую мы не можемъ постигнуть.

Когда по воздуху проходитъ рядъ звуковыхъ волнъ, то въ одномъ случаѣ мы получаемъ ощущеніе *музыкальнаго звука*, а въ другомъ — ощущеніе *шума*. Ощущеніе музыкальнаго звука получается отъ достаточно быстрыхъ *періодическихъ* (правильныхъ, ритмическихъ) движеній, а ощущеніе шума происходитъ отъ движеній *неперіодическихъ*. *Гласные* звуки — музыкальные звуки, *согласные* же характеризуются шумомъ.

Сила звука зависитъ отъ амплитуды колебаній; *высота тона* обуславливается частотою колебаній.

Произнесемъ звукъ *а*, не измѣняя высоты тона, начавши громкимъ голосомъ и постепенно стихая (*diminuendo*):

>
а...а

это значитъ, что быстрота vibraцій голосовыхъ связокъ сохраняется при этомъ одна и та же, амплитуда же качанія ихъ, вначалѣ бѣльшая, потомъ постепенно уменьшается. Если теперь мы будемъ произносить звукъ а въ одномъ и томъ же тонѣ, постепенно усиливая голосъ (*crescendo*)—

<
а...а,

то это значитъ, что, при одной и той же быстротѣ vibraцій голосовыхъ связокъ, ширина ихъ качанія постепенно увеличивается. Вслушиваясь въ произношеніе, напр., слова

папа,

мы замѣчаемъ, что ударенный слогъ сильнѣе или громче неудареннаго. Съ точки зрѣнія акустической, это значитъ, что при произнесеніи удареннаго слога амплитуда колебанія воздушныхъ частицъ бѣльшая, нежели при произнесеніи неудареннаго слога того же слова.

Наблюдая нашу рѣчь, мы замѣчаемъ, что въ ней мѣняется не только сила, но и высота произношенія. Это особенно легко наблюдать, когда разговариваютъ въ сосѣдней комнатѣ такъ, что самыхъ словъ мы не слышимъ, а замѣчаемъ только измѣненіе высоты тона. Измѣненіе высоты произношенія Г е л ь м г о л ь ц ь представилъ нотами на двухъ предложеніяхъ—повѣствовательномъ и вопросительномъ: *Ich bin spazieren gegangen; Bist du spazieren gegangen? *)* Л. М а з и н г ь положилъ на ноты произношеніе словъ сербскаго языка, отличающагося, какъ извѣстно, пѣвучестью **). Въ области русскаго языка такіа изслѣдованія вовсе еще

*) Ученіе о слуховыхъ ощущеніяхъ какъ фізіологическая основа для теоріи музыки. Переводъ съ третьяго нѣм. изданія (1875) стр. 339.

**) Die Hauptformen des Serbisch-Chorwatischen Accents etc. (1876).

не производились, а между тѣмъ въ этомъ направленіи можно было бы предпринять цѣлый рядъ интересныхъ наблюденій.

Голосовыя связки имѣютъ различную длину у дѣтей и взрослых, у мужчинъ и женщинъ. Голосовыя связки женщины короче, нежели голосовыя связки мужчины, а потому женская гортань производитъ болѣе высокіе тоны; самыя короткія связки у дѣтей, которыя и имѣютъ наиболѣе высокій голосъ. У одного и того же индивидуума высота голоса измѣняется чрезъ измѣненіе натяженія голосовыхъ связокъ; чѣмъ больше натянуты голосовыя связки, тѣмъ быстрѣе онѣ вибрируютъ и, слѣд., тѣмъ выше ихъ тонъ.

Весьма разнообразными опытами доказывается, что натянутая струна, вибрируя какъ одно цѣлое, въ то же время дѣлится на большее или меньшее число равныхъ частей, изъ которыхъ, каждая вибрируетъ какъ самостоятельная струна. Вибраціи частей струны производятъ, разумѣется, высшіе тоны (называемые *обертонами* или *верхними тонами*, а также *гармоническими тонами*) въ сравненіи съ тономъ цѣлой струны или *основнымъ*. Верхніе тоны смѣшиваются съ основнымъ тономъ и ихъ соединеніе производитъ то, что называютъ *тембромъ* или *звуковымъ оттънкомъ*. — Если мы будемъ держать звучащій камертонъ надъ отверстіемъ сосуда, въ который мы можемъ подливать воду и отливать ее и такимъ образомъ измѣнять высоту столба воздуха въ сосудѣ, то легко замѣтимъ, что звукъ камертона достигаетъ своей наибольшей силы только при извѣстной высотѣ воздушнаго столба, именно — когда колебаніе воздуха въ сосудѣ гармонируетъ (совпадаетъ) съ качаніемъ ножекъ камертона. Такое усиленіе звука называется *резонансомъ*.

Наблюдая надъ произвошеніемъ гласныхъ, можно замѣтить, что при разныхъ гласныхъ полость рта имѣетъ разное уложеніе, а вслѣдствіе этого заключающаяся въ ней воздушная масса получаетъ разную настройку. Какимъ же способомъ находить тѣ тоны, въ которыхъ настроена воздушная масса полостей, лежащихъ надъ гортанью, при разныхъ гласныхъ? Тѣмъ же способомъ, которымъ опредѣляютъ настройку и другихъ воздушныхъ средъ; а именно, берутъ камертоны различной высоты тона, ударяютъ ихъ и подносятъ поочередно къ отверстию рта, имѣющаго уложеніе, свойственное изслѣдуемому гласному звуку; при этомъ тонъ того камертона, который соответствуетъ основному тону заключенной въ полости рта массы воздуха, будетъ имѣть наибольшій резонансъ. Подобные опыты дали возможность Г е л ь м г о л ь ц у выразить нотами резонансъ полости рта при различныхъ гласныхъ нѣмецкаго языка *). Настройка воздушной среды полостей, лежащихъ надъ гортанью и играющихъ роль надставной трубы, уже довольно значительно измѣняется при малыхъ измѣненіяхъ въ отѣнкѣ гласнаго звука, какъ это, напр., встрѣчается въ различныхъ нарѣчіяхъ и говорахъ одного и того же языка. Поэтому Г е л ь м г о л ь ц ь совѣтуетъ лингвистамъ, желающимъ опредѣлить гласные различныхъ языковъ, опредѣлить *высоту тона сильнѣйшаго резонанса* для уложеній полости рта, свойственныхъ гласнымъ даннаго говора или языка. Русскому лингвисту, который бы пожелалъ съ этой точки зрѣнія изслѣдовать гласные звуки русской рѣчи, можно посоветовать отправиться для такихъ изслѣдованій въ лабораторію Г е л ь м г о л ь ц а.

Для уясненія происхожденія гласныхъ звуковъ мы должны обратить вниманіе не только на настройку воздушной среды глотки и рта, но и на голосовыя связки. Голосовыя связ-

*) Ук. соч. стр. 154.

ки, вибрируя какъ цѣлыя и своими частями, издають основной тонъ, соединяющійся съ верхними гармоническими тонами; изъ гармоническихъ тоновъ тѣ, которые болѣе приближаются къ настройкѣ воздушной массы полости рта, болѣе усиливаются (резонируются); остальные же верхніе тоны, чѣмъ менѣе они соотвѣствуютъ настройкѣ воздушной среды, тѣмъ болѣе бываютъ заглушены (ослаблены *). Слѣдовательно, звуки гласныхъ отличаются существенно отъ звуковъ большей части музыкальных инструментовъ тѣмъ, что *сила ихъ верхнихъ тоновъ зависитъ не отъ ихъ числа по порядку, а отъ ихъ абсолютной высоты.*

И такъ, различіе гласныхъ звуковъ сводится къ различному резонансу обертоновъ голосовыхъ связокъ, различные гласные представляютъ соединеніе основнаго тона и обертоновъ голосовыхъ связокъ различной силы; словомъ, различіе гласныхъ сводится къ различію тембра.

Кто желаетъ подробно ознакомиться съ *теоріею гласныхъ Гельмгольца*, которую я изложилъ весьма коротко, см. его ук. соч. стр. 145 — 160. Дальнѣйшую разработку теоріи гласныхъ звуковъ продолжалъ Ауэрбахъ (см. *Grützner Physiologie der Stimme und Sprache* въ *Hermann's Handb. der Physiol.* II а (1879) стр. 177 сл.). Кромѣ того, см. *Poggendorff's Annalen* CLIV (1875), 272 — 294, 522 — 552.

Различія согласныхъ звуковъ поддаются анализу гораздо труднѣе, нежели тембръ гласныхъ. Хотя мы и можемъ указать, при какомъ положеніи органовъ произношенія происходятъ согласные звуки, однако мы еще не въ состояніи точно опредѣлить, какія вслѣдствіе этого происходятъ различія въ движеніи воздуха.

*) Посредствомъ *резонаторовъ* довольно явственно воспринимаются первые шесть или восемь верхнихъ тоновъ, но въ разнообразной силѣ смотря по гласному.

Когда наука показала, какимъ образомъ происходитъ наше произношеніе, когда она такимъ образомъ сдѣлала *анализъ* произношенію, естественно является попытка человѣческаго ума сдѣлать искусственный *синтезъ* изъ элементовъ, на которые было разложено наше произношеніе, и убѣдиться, дѣйствительно ли получится такимъ путемъ настоящая рѣчь? Таковъ смыслъ *говорящей машины* Ф а б е р а.

Эта говорящая машина устроена по образцу нашего органа рѣчи. Человѣческій органъ рѣчи можетъ быть раздѣленъ на три части:

а) Дыхательный аппаратъ.

б) Гортань.

в) Полости, лежащія надъ гортанью—глотка, полость рта и полость носа.

Въ говорящей машинѣ дыхательный аппаратъ замѣняютъ мѣхи, которыми производится необходимый для произношенія токъ воздуха. Роль гортани играетъ „язычковая трубка“. Подобно человѣческому органу рѣчи, говорящая машина имѣетъ полость рта съ органами произношенія—языкомъ и губами, и полость носа. У человѣка движенія органовъ произношенія совершаются подъ вліяніемъ импульсовъ, которые посылаются изъ головного мозга центрами произношенія черезъ посредство нервовъ къ соотвѣтствующимъ мышцамъ; въ говорящей машинѣ Фабера нажимаются тѣ или другія клавиши, движенія которыхъ черезъ посредство рычаговъ сообщаются соотвѣтствующимъ частямъ говорящаго аппарата машины.

Попробуемъ теперь для примѣра наблюсти наше произношеніе звуковъ **п**, **б** и **м** и посмотримъ, какимъ образомъ достигается произношеніе этихъ звуковъ говорящею машиною.

При произнесеніи звука **п** губы прижимаются одна къ другой и полость рта надувается воздухомъ, который становится по мѣрѣ надуванія болѣе и болѣе плотнымъ, болѣе и

болѣе упругимъ. Съ увеличеніемъ напора воздуха усиливается соотвѣтственно и сжатіе губъ, что мы замѣчаемъ посредствомъ мускульнаго чувства въ послѣднихъ. Но при такихъ условіяхъ напирající воздухъ, очевидно, не можетъ разорвать губнаго сжатія. Взрывъ производится тѣмъ, что напряженіе губъ пачинаетъ разслабляться, вслѣдствіе чего воздухъ тотчасъ же вырывается и производитъ звукъ **п**. Легко замѣтить, что и при произнесеніи звуковъ **б** и **м** происходитъ подобное же сжатіе губъ. Спрашивается, чѣмъ же обусловливается различіе между разсматриваемыми звуками? При произнесеніи **п** гортань не производитъ никакого звука, токъ воздуха безъ шума проходитъ черезъ широко раскрытую голосовую щель. Ощущеніе звука **п** мы получаемъ отъ неперіодическихъ колебаній воздуха, вызванныхъ взрывомъ губъ. При произнесеніи **б** тоже происходитъ взрывъ губъ, чрезъ что воздухъ приходитъ въ неритмическое движеніе,—такъ же, какъ при произнесеніи звука **п**. Разница заключается въ томъ, что при произнесеніи **п** только и происходитъ неперіодическое колебаніе воздуха, между тѣмъ какъ при произнесеніи **б** происходитъ смѣшеніе неперіодическихъ колебаній, обусловленныхъ взрывомъ губъ и періодическаго движенія, вызваннаго въ воздухѣ вибраціями голосовыхъ связокъ (при произнесеніи звука **б** достаточно натянутыя голосовыя связки касаются или почти касаются одна другой и токъ воздуха приводитъ ихъ въ періодическія сотрясенія). Если звуки **п** и **б** ощущаются нами какъ близкіе одинъ къ другому, то это благодаря одинаковости шума; но только звукъ **п** есть шумъ, а звукъ **б**, такъ сказать,—тоношумъ. Приложивши палецъ къ гортани, мы ощущаемъ при произнесеніи **б** дрожаніе гортани, такъ какъ вибраціи голосовыхъ связокъ сообщаются хрящевому остову гортани; при произнесеніи же **п** мы ощущаемъ отсутствіе дрожанія, спокойное состояніе гортани, такъ какъ воздухъ при этомъ безъ шума проходитъ че-

резь широко раскрытую голосовую щель. При произнесении звука **м** мы замѣчаемъ дрожаніе гортани такъ же, какъ при произнесении **б**; чѣмъ же производится особенность звука **м**? Звукъ **м** произносится съ носовымъ оттѣнкомъ, звуки же **п** и **б**—безъ носоваго оттѣнка. Это различіе обуславливается дѣйствіемъ мягкаго неба: мягкое небо, совершая движеніе къ задней стѣнкѣ глотки, является, такъ сказать, привратникомъ, то впускающимъ выдыхаемый воздухъ въ полость носа, то отражающимъ въ полость рта.—Въ говорящей машинѣ Фабера для разсмотрѣнныхъ нами трехъ звуковъ имѣется только одна клавиша для звука **б**; но за то имѣются два приспособленія: одно изъ нихъ открываетъ гортань, что необходимо для произнесения такихъ звуковъ, какъ **п**; другое приспособленіе служитъ для отодвиганія пластинки, закрывающей носовую полость, что требуется для произнесения носовыхъ звуковъ, напр. **м**. Не могу не упомянуть здѣсь объ остроумномъ опытѣ г. Фабера. На носовое отверстіе кладется пластинка бумаги, закрывающая это отверстіе; она лежитъ не потревоженной, пока произносятся звуки неносовые, и немедленно слетаетъ при произнесении носовыхъ звуковъ.

Кто хотя нѣсколько знакомъ съ практической механикой, тотъ легко пойметъ, что для того чтобы искусственно подражать простымъ движеніямъ органовъ произношенія, требуется уже довольно сложный механизмъ. Какова же должна быть сложность искусственнаго механизма, съ помощью котораго можно было бы въ точности воспроизводить все разнообразіе движеній органовъ произношенія! Вотъ почему устройство говорящей машины Фабера не вполне одинаково съ устройствомъ человѣческаго органа рѣчи. Въ этой говорящей машинѣ губы и языкъ не имѣютъ такой подвижности, какъ у человѣка. Вотъ почему изобрѣтатель машины долженъ былъ въ надставной

трубъ помѣститъ вертикально одну за другою шесть металлическихъ довольно толстыхъ діафрагмъ, которыя могутъ подниматься и опускаться на различную высоту, при чемъ эти движенія діафрагмъ разнообразно комбинируются другъ съ другомъ. Благодаря этому, надставная труба въ говорящей машинѣ принимаетъ различную величину и форму и различно модифицируетъ (оттѣняетъ), звуки, болѣе или менѣе подобно звукамъ человѣческой рѣчи. Звукъ р въ говорящей машинѣ Фабера производится дрожаніемъ не языка, а пластинки, помѣщенной за гортанью передъ устьемъ мѣха.

Если говорящая машина Фабера нѣкоторые звуки русскаго языка произноситъ несовершенно, то при этомъ нужно имѣть въ виду не одно несовершенство машины, но также и то, что изобрѣтатель ея имѣлъ въ виду прежде всего звуки роднаго языка, которые могутъ болѣе или менѣе отличаться отъ соотвѣтствующихъ звуковъ русскаго языка.

Подробности устройства говорящей машины Фабера можно найти въ сочиненіи: Д ю М о н с е л ь Телефонъ, микрофонъ и фонографъ. Перев. съ франц. (1880) стр. 307—315.

Скажу теперь нѣсколько словъ о тѣхъ *улучшеніяхъ*, которыя мнѣ кажутся возможными какъ въ отношеніи самаго устройства говорящей машины, такъ и въ отношеніи исполненія произношенія лицами, заставляющими говорить машину.

Мѣхи въ машинѣ одни и имѣютъ приводъ съ педалью, на которую долженъ дѣйствовать ногою играющій на клавиатурѣ. Мнѣ кажется, лучше было бы снабдить машину двумя мѣхами для того, чтобы производить токъ воздуха любой продолжительности; ими должно дѣйствовать другое лицо, а не то, которое играетъ на клавишахъ. Путемъ упражненія будетъ достигнуто согласіе въ исполненіи произношенія.

Язычкомъ въ гортани говорящей машины служить весьма тонкая пластинка изъ слоновой кости на тонкой каучуковой подкладкѣ. Все же голосъ машины крикливый. Значить, требуется нѣкоторое усовершенствованіе языковаго аппарата гортани.

Произношеніе машины монотонно; но это зависитъ отъ игры лицъ, заставляющихъ ее говорить. Вслушиваясь въ наше произношеніе, напр. слова

папа,

не трудно замѣтить, что гласный а удареннаго слога продолжительнѣе и сильнѣе гласнаго а неудареннаго слога. Чтобы сдѣлать произношеніе машины болѣе сильнымъ, слѣдуетъ энергичнѣе дѣйствовать мѣхами; чтобы сдѣлать произношеніе болѣе продолжительнымъ, нужно болѣе продолжительное нажатіе соотвѣтствующей клавиши. Далѣе, въ нашей рѣчи мѣняется высота тона; въ говорящей машинѣ имѣется приспособленіе для повышенія и пониженія голоса; этимъ приспособленіемъ и слѣдуетъ пользоваться при произношеніи фразъ.

Если только будетъ найденъ способъ устраивать машины, которыя бы совершенно точно подражали движеніямъ органовъ произношенія или звукамъ человѣческой рѣчи, то такія говорящія машины будутъ весьма важны для лингвистики. Дѣло въ томъ, что произношеніе измѣняется во времени; а потому такія совершенныя говорящія машины, сохраняясь въ теченіи вѣковъ, были бы памятниками древняго произношенія.

Впрочемъ, наука о языкѣ можетъ болѣе или менѣе точно сохранять древнее произношеніе и другими способами, не

говоря уже объ общепринятомъ правописаніи и научно-фонетическомъ письмѣ, напр:

1. Мнѣ кажется, возможно достигнуть способа добывать, такъ сказать, *точную модель надставной трубы*, свойственной разнымъ звукамъ.

2. *Метода окрашиванія*, состоящая въ слѣдующемъ: языкъ на-сухо вытирають, покрываютъ густымъ слоемъ туши и артикулируютъ (совершаютъ движеніе) для произнесенія извѣстнаго звука; отпечатки на небѣ артикуляцій языка срисовываются. См.: 1) O a k l e y - C o l e s (Transactions of the odontological society of Great Britain IV. N. Ser. 110) 1871; 2) G a v a r r e t Phonation, Audition (1877) стр. 402; 3) G r ü t z n e r ук. соч. (имѣются рисунки отпечатковъ для l, r, s, š на стр. 204, 207, 219, 221); 4) T e c h n e r Phonetik. Zur vergleichenden Physiologie der Stimme und Sprache (1880) стр. 30; рисунки см. Atlas tab. IV; 5) S i e v e r s Grundzüge der Phonetik (1881)² примѣч. на стр. 46—47.

3. *Графическая метода*. Къ губамъ прилаживается шарниръ, ножки котораго раздвигаются и сближаются соотвѣтственно движенію губъ; движенія ножекъ передаются Мареєву барабану и записываются. Въ полость носа вводится каучуковая трубка; сгущеніе воздуха, при опущеніи небной занавѣски подобнымъ же образомъ записывается. Къ гор-тани прикрѣпляется электрическій аппаратъ; дрожаніе гор-тани передается электрическому аппарату и тоже записывается. См.: 1) R o s a p e l l y Inscription des mouvements phonétiques (въ Physiologie expérimentale, Travaux du laboratoire de M. M a r e y II (1876) стр. 109—131); 2) G r ü t z n e r ук. соч. стр. 200.

и мн. др.

Было бы весьма желательно, чтобы такимъ путемъ была обработана *физиологія звуковъ русскаго языка* и изданъ *атласъ*. Такой трудъ былъ бы драгоценнымъ вкладомъ и въ сравнительную антропофонику. Такія изслѣдованія имѣли бы также практическое значеніе, облегчая точное усвоеніе произношенія чужихъ языковъ. Въ заключеніе позволю себѣ высказать мысль, что возможность примѣнять объективныя средства при изслѣдованіи рѣчи, возможность записывать движенія органовъ произношенія и изслѣдовать чисто акустическую сторону рѣчи, — все это указываетъ на то, что *произношеніе можетъ быть измѣряемо*; значитъ возможно и желательно *примѣненіе математики къ лингвистикѣ*, что придастъ точность наукѣ о языкѣ.

В. Богородицкій.